

## 工学倫理とロボット倫理

本田 康二郎

### 1. はじめに

2005年の愛知万博において、日本ブースに並べられたヒト型ロボットの姿は世界中の注目を浴びた。鮮やかに二足歩行をするロボットや、人間そっくりの質感をもった表情をつくるロボットたちの技術が、多くの人たちを驚かせたわけである。

しかし、あれから数年たって日本発の家庭用ロボット製品が所せましと市場にならぶ姿を我々はまだ見ることができないでいる。大学における基礎研究は進んでいるのだが、それが実社会に適用されるまで至っていないからである。実際にロボットを導入するにあたっては、様々な倫理的問題にぶつかる可能性があるわけだが、こうした問題の検討はまだ始まったばかりである。今後、倫理的な議論を活発化させることで、ロボット製品の誕生が促されるのかもしれない<sup>(1)</sup>。

本論では、最初に産業用ロボットの安全性を検討することで既存の工学倫理 (Engineering Ethics) の枠組みの有効性を確認し (2節)、さらに現在進んでいる生活分野で活躍するロボット製品の動向をさぐり (3節)、その上で生活分野に進出するロボットが産業用ロボットでは問われることのなかった倫理的問題を与える可能性を考察し (4節)、最後に今後のロボット製品市場が拡大していくためにもロボット倫理についての議論を活発化させていく必要がある

---

(1) 家庭用掃除機「ルンバ」のような商品の開発が遅れた理由を問われたとき、パナソニックの技術者は「技術はある」と強い口調で応えたという。しかし、商品化しなかった理由について「100%の安全性を確保できない」と説明した。「例えば、掃除ロボットが仏壇にぶつかり、ろうそくが倒れ、火事になる▽階段から落下し、下にいる人にあたる▽よちよち歩きの赤ちゃんの歩行を邪魔し転倒させる」などの事象が発生した場合、企業に大きな責任が問われることになる [阿部、2012]。消費者の側で一定のリスクを受容する覚悟がなければ、企業は重大な責任問題の発生を恐れて、ロボット製品を市場に出すことを躊躇する。今後、ヒト型ロボットの開発の場面でも、この問題は再び表面化するであろう。生産者と消費者の間で、ロボット技術の利便性とそのリスクについて共通認識 (コンセンサス) をつくっておく必要があるのではないだろうか。そのためには、ロボット技術に関わる倫理的問題について議論を活発に行っていく必要がある。

ことを論じた（5節）。

## 2. 産業用ロボットと既存の工学倫理

これまで主に、ロボットは人間の「労働」を肩代わりする目的で製造された。チェコ語のロボット *robota*（強制労働）を語源としている言葉通り<sup>(2)</sup>、ロボットは労働機械として開発されてきたといえる。そして第二次大戦後、世界の工業が本格的にオートメーション化する中で、産業用ロボットの役割は日増しに大きくなっていった。日本は1980年代には、産業用ロボット開発の分野で世界一のシェアを獲得するまでになり、ロボット開発の第一線を歩んできたと言えるだろう。

しかし、華々しいロボット開発の歴史の陰で、いくつかの事故が発生している。世界で初めてのロボットによる人身事故（human death by robot）として記録されているのは、1979年にミシガン州フリントのフォード社の工場で作業員（当時25歳）が亡くなった事件である。作業員は保管施設で作業に使う部品集めをしていたところ、同じように部品集めをしていたロボットのアームが頭部に直撃して命を落とした [Kravets, 2010]。この事件の裁判では、ロボットが作業員の近くにいるときに警告音を鳴らすなどの安全措置を怠っていたことが問題視された。

日本で初めての「殺人ロボット (Killer Robot)」事件として話題を集めたのが、1981年7月4日、兵庫県の川崎重工明石工場において発生した事故であった。ロボットの不具合をチェックしようと侵入防止柵を乗り越えた作業員（当時37歳）が誤って作動ボタンを押してしまい、その結果強力なロボットアームが彼を自動車のギアを研磨する装置に押さえつけ、彼を死に至らしめた。フェンスには「立ち入り禁止」と記入されており、また守備点検の際にフェンスを開けた場合には自動的に動力の供給が止まる仕組みになっていたという。安全対策が施されていたにもかかわらず発生してしまった事故であった [The Deseret News, 1981] [The Economist, 2006]。

産業用ロボットの特徴とその危険性はどのようなところにあるのであろうか。小平は次のような三点の特徴を挙げている：①プログラマブルである；②汎用性のため可動範囲が広い；③ティーチング作業により現場の不確定さを吸収する。産業用ロボットの特徴はその汎用性にある。一つのロボットを購入することで、そのロボットに複数種類の作業をやらせることが可能である。また、動作をプログラミングによって変更することが可能なので、同じ作業をする場合でも設置現場にあわせた動作設定を微調整することができるわけである。この特徴があることで産業用ロボットは利便性をもつわけだが、裏返せば同じロボットがいつも同じ動きをするとは限らないということになり、これがリスクの元になることを意味する。見慣れたロボットであったとしても、現場によって動作の仕方が異なってくるというわけである。また、ロボットに作業を教え込ませる「ティーチング」が常に必要であり、この場面では人間がロボットの

(2) 他にスロバキア語のロボットニーク（労働者）*robotnik* も語源とされているという（Cf. [西山, 2011]）。

間近で作業をすることが求められるのだが、これは本質的に危険を伴う作業である。産業用ロボットによる人身事故のほとんどは人間がロボットの間近で作業をする①トラブルの復旧作業中か②システムの立ち上げ作業中に発生しているのである [小平、2010]。

産業用ロボットで事故が起きないようにするために徹底的に取られてきた予防策はロボットを「空間的に隔離」することで、これは自動運転中に安全防護領域内に人を立ち入らせないようにすることを意味した。具体的にはフェンス等でロボットの可動域を囲ってしまうということである。これらのフェンスが開けられた場合は直ちに動力供給が止められロボットが停止する。また、たとえ防護領域外であったとしても、人間が近くで作業を行っている間は機械を停止させてしまうという「時間的な隔離」も予防策として有効であった [志賀、2010]。

このように隔離という予防策は有効であるが、実際にはロボットの保守点検やティーチングの際には人間がロボットに近づかなければならない。こうした場合に事故が起きないようにするために、次のような予防策がとられている。

- 1) 教育と訓練を受けた資格のある人しか近づけさせない構造にする。
- 2) ロボットは、エネルギーと速度を下げて動作する特殊モードにしない限り、近づけない構造にする。
- 3) 教示ペンダント (teaching pendant)<sup>(3)</sup> のように、操作者が意識的に自分から操作しているときしかロボットは動けない構造にする。
- 4) ロボットの可動部分があるスピード以上になったら、機械的に動きを止めてしまう構造にする。

ロボットの設計をする際には、これらの対策をとることで人間が間近で作業する場合でも安全性を確保できるように工夫しているわけである [向殿、2009]。

こうした安全策は、既存の工学倫理の中にある、もっとも重視されるべきは公衆の安全・健康・福利 (「技術者は、その専門職業上の職務を遂行するにあたり、公衆の安全、健康、福利に最大の配慮を払わなければならない」、ABET倫理綱領・基本憲章1) だという考え方にかなうものであり、産業用ロボットの設計にはこの考え方が大きく反映されてきたと言えるだろう。

今後家庭内にロボットが進出した場合は、ロボットをフェンスの中にしまっておくことが出来なくなる。その場合、人間とロボットの接触機会は頻繁に訪れるであろう。従って事故が起きないようにするための新しい予防策が工夫される必要がでてくるはずである。最近の研究では、ロボットに「受動柔軟性」を与える試みがなされている。人がロボットに接触した場合、衝撃を吸収する仕組みがあれば大事に至らずに済む。従って、ロボットの関節や表面に柔軟素材を用いた柔軟性を与えることが不可欠となるであろう [菅野、2008]。

いち早く我々の生活の中に入ってこうとしている装着型のロボットにもすでにこれまで培われてきた安全対策が活かされている。筑波大学の山海らのグループは装着型ロボット HAL

---

(3) ロボットに動作を教え学習させるために用いる小型の操作盤のこと。

(ハル) をリハビリテーションの現場に導入しはじめた [中島、2011]。人間がロボットを装着して筋力を補強しようとするとき、考えられるリスクは「関節部への過負荷」であり、この度合いによっては関節の骨折、脱臼、ねんざ、筋肉・腱の挫傷、炎症などの危害が予測される。こうした危害を発生させないために、HAL には「最大トルク/角速度が人体の許容するトルク/角速度を超えないアクチュエーターの採用」や、「人体が許容する範囲の両端に機械的なストッパーを設置する」といった機械的安全策のほか、「トルク/角速度/角度の監視と出力制限」という機能的な安全対策が講じられている。このような安全策を講じる上で、既存の国際安全規格 IEC60601-1 [3] に見られる医療機器の知見や、ISO10328 [7] に見られる義足の安全規格が役に立ったという [山海、鍋瀧、河本、2011]。

以上のように、産業用ロボットの開発やそれ以外の分野で培われた安全対策は、今後のロボット開発にとっても有益であり、その意味で考えれば既存の工学倫理の思想はロボット開発の現場で依然として重要な意味を担いつづけていくことになると言えるであろう。

### 3. 2050 年を見据えたロボット工学の展開

産業用ロボットの開発からはじまったロボット工学は、この後どのように展開していくのだろうか。社団法人日本ロボット工業会が2001年に発行した『21世紀におけるロボット社会創造のための技術戦略調査報告書』では、2025年の段階でロボット市場が生活・医療福祉・公共（災害・治安など）・バイオ産業・製造業分野をあわせて8兆円規模になると予測された。そしてその内の約半分が「生活分野」のロボット製品で占められるとされていた。現在（2013年）の実体と比較すると、この予測通り順調にロボット市場が拡大してきたわけではないのだが、21世紀に入った直後にこのような予測がなされ、これにあわせて多額の国家予算が投じられてきたのは事実である。つまり、実際の製品開発に結びついた事例はまだまだ少ないのだが、今世紀に入り基礎研究のレベルで生活分野に進出できるロボット技術の開発が急がれてきたと言えるわけである。

このような中、最近になって日本ロボット学会により2050年の社会を見据えた工学系アカデミック・ロードマップが作成された（2007年）。この中で無視できない社会問題として、①少子高齢化：若手労働者人口の減少と、高齢者の高度運動支援問題、②エネルギー問題：石油枯渇問題と低消費・高効率機器設計、③環境問題：地球温暖化と二酸化炭素排出抑制、の三つが挙げられた。また、こうした問題を解決していくために、①快適（Comfort; C）、②安全安心（Safety; S）、③効率（Green; G）の三つ（CSG）の共通理念が挙げられた。ロボット分野は特に快適（C）との関わりの中で、少子高齢化問題に対応するために重要な役割を果たすことが期待されている [内山、金子、國井、2008]。

こうした動きの中で、経済産業省の委託を受けて日本ロボット学会、人工知能学会、日本人間工学会が協調してロボット分野のアカデミック・ロードマップも作成され、そこでは今後具

体的に乗り越えるべき研究テーマとして「ロボットチャレンジ30」が提示された<sup>(4)</sup>。この中身を見れば現役のロボット工学者たちがどのような技術開発を目指しているのか理解できる。このロードマップは近未来も含めたロボティクス100年の歴史を次の三つの流れで整理している：①社会システムとロボットの知能化、②人間を助けるシステム、③人間と機械の融合（人間の拡大）。つまり、今後50年でロボットはますます人間の姿に近づき、やがて人間と融合するというビジョンが描かれているわけである。当然、こうした流れの中で人とロボットとの関係性をどのように構築していくのかという「ロボット倫理」の視点を考慮する必要性が指摘されており、さらに人間と機械の融合が始まれば「サイボーグ化倫理」についても議論する必要が出てくると予想されている〔佐藤、溝口、富田、内山、2008〕。

ロボットチャレンジ30の中身を見ていくと、次のようなものが際だっている。

- ◆チャレンジ9 自己言及・評価・修復システム：自らの振る舞いや状態や認知内容等について認識・解釈し、評価する「メタ認知」能力と、それに基づいて自らを修正あるいは修復することで、一貫性や正当性や恒常性を維持する能力の開発。
- ◆チャレンジ11 認知発達システム：システム自らが外界や他者と相互作用しつつ、認知能力を向上させていくシステムの解明と実現。
- ◆チャレンジ13 他者の目的・意図の創発と理解：他者の目的や意図を理解する能力は、人間へのサービス行動の自律判断や、他者の振る舞いの意味を理解するために必須要件である。
- ◆チャレンジ15 自律性：外的に規定・司令されずに自ら行動する能力。「情報の意味理解」、「重要性認識」、「目的・意図の創発・理解」、「自己言及・評価・修復」などをすべて併せ持ち、自らすべきことを決め、自らを律しながら行動する能力の開発。
- ◆チャレンジ21 BCI/BMI/サイボーグ：人間とロボットのインターフェースとして、人間の脳と計算機や機械を直接的に結合し、より自在なやりとりを可能にする。また、人間と機械とが直接的に結合することで、人間の能力を補うのみでなく、拡大する。
- ◆チャレンジ23 コミュニティ作り支援ロボット：何らかの共通性をもつ人と人を結びつけることでコミュニティの形成を支援し、コミュニティの維持や活性化を支援するロボットの開発。
- ◆チャレンジ30 空間知能化：生活空間内で利用されるすべての日用品のふるまいから人の行動意図を理解し、社会の動きを把握し、人や社会を支援する技術の開発。

こうした技術は向こう50年のトレンドを示す指標であり、まだまだ現実性の乏しいものも

---

(4) 報告書は人工知能学会のサイトで読むことができる。<http://www.ai-gakkai.or.jp/about-us/activity/rloadmap/>  
(2013/05/25 アクセス)



多く含まれている。しかし、このようなトレンドが作られたことによって、それが50年で実現されるか否かは別としても、我々の社会がトレンドの目指す方向へゆっくりと変化していく可能性が生じていると言えるであろう。

さて、今見たような技術が目指されているとして、それらの技術は安全性さえ確保されていれば実現されてもよいものなのであろうか。既存の工学倫理の枠組みで重視されてきた価値観は公衆の安全・健康・福利を守ることであった。こうした知見を踏まえれば、ロボット開発においても安全性は最低条件として当然確保されるはずである。しかし、ロボットの開発からはこの枠組みに収まらない別の種類の倫理的問題を発生させる可能性がある。次にこれについて考察してみよう。

#### 4. ロボット工学が提起する新しい倫理問題

ロボット工学が社会に与えるインパクトの重要性に早くから気づき、この問題をいち早く検討しはじめたのはヨーロッパのロボット工学者たちであった。イタリアのジェノバにある Scoula di Robotica<sup>(5)</sup> で研究する Gianmarco Veruggio が、バグウォッシュ会議<sup>(6)</sup> に着想を得て初めてロボット倫理に関する国際会議を開いたのが2004年のことであった。彼を中心として行われたこれまでのロボット倫理に関する会合を時系列で並べてみるとおおよそ次のようになる<sup>(7)</sup>。

1. First International Symposium on Roboethics Sanremo, Italy, 30th–31rd January 2004
2. Fukuoka World Robot Declaration, Fukuoka, Japan, February 25<sup>th</sup>, 2004
3. IEEE-RAS established a Technical Committee (TC) on Robo-Ethics, 2004
4. ICRA 2005 Workshop on Roboethics, Barcelona, Spain, April 18th, 2005
5. Italy-Japan 2005 Workshop “The Man and the Robot: Italian and Japanese approaches”, Waseda, Tokyo, Japan, September 7–8<sup>th</sup>, 2005
6. EURON Atelier on Roboethics, Genoa, Italy, February 27th–March 3rd, 2006
7. ICRA 2007 Workshop on Roboethics, Rome, Italy, April 14th, 2007
8. ECAP07 track “Philosophy and Ethics of Robotics”, Twente, The Netherlands, June 21st–23rd, 2007
9. International Symposium “Robotics: New Science”, Accademia dei Lincei, Rome, February 20st, 2008

---

(5) 英語表記は、The Institute of Intelligent Systems for Automation in Genoa。

(6) バグウォッシュ会議 (Pugwash Conference)：1957年に創設された核兵器廃絶を目指す科学者たちによる国際会議。

(7) The Official Roboethics Website, [www.roboethics.org](http://www.roboethics.org) (2013/05/25 アクセス) 参照。

10. ICRA 2009 Workshop on Roboethics, Kobe, Japan, 17 May 2009.
11. SPT2009 Track “Robots, cyborgs and artificial life”, University of Twente, the Netherlands, July 8–10, 2009
12. ICRA 2011 Fourth Workshop on Roboethics, Shanghai, China, May 13, 2011

こうした初期の議論の中で検討されたテーマには次のようなものが含まれていた：①ロボット受容に関する、社会的文化的多様性、②プライバシー：個人情報とその開示・不正使用、③ロボティクスと労働：雇用に対する革命的技術革新のインパクト、④ロボティクスと国防：殺人機械あるいは殺人補助機械の倫理的意味、⑤エンターテインメントロボット：消費者用ロボティクスにおける感情を通じた個人操作の問題、ロボットペット、人生錯覚（illusion of life）、⑥ユビキタスコンピューティング：遍在するロボット、⑦バイオロボティクス、⑧セックスとロボティクス：ロボットパートナー、⑧宗教と知的機械、⑨知的存在者としてのロボット：ロボットに関連する権利の問題、ロボット奴隷制と社会、⑩専門職の責任、⑪危害に対する社会的責任、個人および企業の説明責任、法的責任。

こうした話題の多くは、まだ実現もしていないロボットについての議論であり、SFの延長であるとみる向きもあるであろう。実現していない技術について議論することは不毛であろうか。この点については、これまでの工学倫理のあり方を批判する論者がいる。責任という概念を、オランダの法哲学者Bovensは大きく受動的責任（Passive Responsibility）と積極的責任（Active Responsibility）に大別した。前者は、事故や事件が起きた後で、主に「あなたは何故それをしたのか」という過去に向かう問いに応答するような責任を意味している。これに対して後者の方は、これから起きることに対して積極的に関わろうとする応答のあり方で、主に「何がなされるべきなのか」という問いに答えようとする責任を意味する [Bovens, 1998: 27]。オランダの科学技術社会論者 Van de Poelや技術哲学者 Verbeekは既存の工学倫理のあり方はこの前者のあり方に偏っていたのではないかと指摘している [Van de Poel Verbeek, 2006]。つまり、既存の工学倫理では過去に発生した事故から教訓を得ることに主眼がおかれ、技術者は社会が技術領域の生み出す危険性にさらされていることに気づいた場合はすみやかに警笛を鳴らすことを要求されてきたというわけである [Verbeek, 2011: 4]。Verbeekらは、もちろんこの前者の責任を軽視するわけではないが、それだけでは不十分だと考えた。彼らは技術の倫理を考える際には、未来を指向する積極的責任を考慮しなければならないという。具体的には、人工物の設計の際に「デザインの倫理」という考え方を導入し、設計する人工物が我々の日常生活にどのような影響を与えるのかをあらかじめ考慮し、人工物が生活の文脈の中で我々の生活の質（QOL）を向上させるようにあらかじめ設計するべきだと言うのである。さらに、Verbeekは人工物が我々自身の倫理的行動を誘導するような設計を行うべきだという考えも示している（前掲書）。

デザインの倫理という概念は、人工物の設計全般に当てはまるわけだが、ロボットの設計にはまさにこの考え方が必要になってくる。ロボットが社会に登場することで、それが我々の社

会生活に影響を与えることは避けられない。例えば、ロボットはペットや友人の代わりとして、我々の感情生活に介入する可能性があり、そのような役割を果たすロボットの設計では人間に対する物理的影響だけでなく、心理的影響も検討せねばならなくなるだろう。この場合、人間に安心感を与える容姿や仕草や表情は何かを調べ、それを設計に活かす必要がある。また、日本のロボット工学者たちの多くが開発に取り組んでいるヒト型ロボット<sup>(8)</sup>を社会に導入する際には、ロボットを使用することで我々の人間関係にどのような影響が出るかも検討しなければならない。例えば、最近の研究では人間の幼児が積極的にヒト型ロボットの視線を追うことが確認されている [Meltzoff, Brooks, Shon, Rao, 2010]。人間の幼児は親の視線を追い、親と共同注視することで、生活の中に現れるモノの役割を知り、また自分の役割を自覚するようになる。ロボットが社会的なアクターとして生活の中に入ってくれば、それが次世代にとっては一つの規範になってくる可能性が高い。つまり、幼児がロボットから学ぶということもありえるわけである。そうすると、ロボット設計者は単なる機械の設計者というだけでなく、次世代にとって理想的な規範的振る舞いをする社会的アクターの設計者となることも要求されるようになるだろう。これは、これまでの人工物の設計では要求されてこなかったことである。

この文脈ですでに懸念されているのは、子守ロボットが導入されたときそれが子供の成長にどのような影響を与えるのかという問題である。アカゲザルを用いた人工子守器による保育実験では、実際の母親に育てられたサルとくらべて重大な社会的機能障害 (social dysfunction) が生じたという。人間にこうした問題を起こさないためには、ロボットを規制するか、あるいはロボットに子守の倫理綱領や子供の人権規約を覚え込ませるかしなければならないであろう [Sharkey, 2008]。

以上のように、ロボットの設計にはそれが与える社会的影響を見越したデザインの倫理の視点が必要であり、この考え方はこれまで重視されてきた安全性の確保と同じくらい重要になってくるだろう。

さて、ロボットにどのような行為をさせるべきか、ロボットにどこまでの能力を与えるべきかという問題が、ロボットに関する倫理的話題の中心となるのは間違いない。しかし、それだけでは済まされない面がある。ロボットに対する我々の行為も問題となるのである。例えば、普段からロボット犬の方を蹴っておきながら、子供に「(本来の) 犬を蹴ってはいけないよ」と諭したところで説得力があるだろうかと、ジョージア工科大学の Ron Arkin は問う [The Economist, 2006]。これがヒト型ロボットなら尚更である。ヒト型ロボットを平気で虐待する

---

(8) 2000年に、ホンダが二足歩行を可能としたヒューマノイドロボット「ASIMO」を発表した。その後、ソニー、トヨタ自動車、日本ビクターなどの多くの企業がヒューマノイドの試作機を発表した。しかし現在のところ、これらの技術が商品化されるところにまでは至っていない。ロボット工学者の中にはヒト型を非効率的な形態であると批判する者も多い。例えば、掃除ロボット「ルンバ」を開発したiRobot社のColin Angleは、汎用性のあるヒト型ロボット一台が家事を切り盛りするのではなく、各作業に特化した様々なロボットの集団が家事をサポートするようになると予想している (cf. [伊藤、2005] [The Economist, 2006])。



ような社会環境が醸成されてしまえば、その態度が人間同士にも伝染するのは想像に難くないのではなからうか。ロボットが導入されるとき、我々がロボットとどのように付き合うのかも検討しておく必要がある [Chatila, 2011]。

スウェーデン王立技術協会の Henrik Christensen は「安心、安全、そしてセックス」が重大な関心事項だという。彼は現在でも空気で膨らませた人形とセックスしようとする人間がいるからには、今後ロボットと性的関係を持つ人間が現れてもおかしくないと考えている<sup>(9)</sup>。その場合、子供の姿をしたセックスドールの販売は法的に許されるのであろうか。児童性虐待で有罪になった者が、セラピーと称してそのような商品を利用する可能性があるが、これを危険極まりない幻想を満たすための商品だとして批判する人々も出てくるであろう。ヒト型ロボットの開発はこのような社会的問題を引き起こす可能性もある [The Economist, 2006]。

ロボットが感覚を有し、判断力を持ち、自律して行動できるようになった場合、その自律性の高さのゆえに複雑な問題が生じてくる可能性がある。それは実際にロボットが他者に対して危害を加えてしまった場合の話である。この時、これまでの法体系でこの問題を裁くことが出来るのであろうか。ロボットに責任能力を認め、罪のつぐないをさせることは可能なのであろうか。これが不可能なのだとしたら、裁かれるべきは設計者なのか、製造者なのか、販売者なのか、監督者なのか、あるいはロボットに社会的アクターとしての作法を教えた教育者<sup>(10)</sup>なのか、責任の所在が判然としない。従って、事故が起きた際の取り決めをあらかじめ検討し、社会的コンセンサスを取り付けることができればロボットを社会に導入することは危ういということになる。これに関連して、ユーザーの賠償リスク、傷害リスク等に対して「ロボット保険」の導入を検討すべきだという意見もある [山田、2008]。

社会的なリスクの例として、少子高齢化問題の対策として導入されたロボットが生身の人間の雇用を奪う可能性を挙げることができる。雇用減をあらかじめ見越して、排除された労働者を他分野がくみ上げる必要性が生じる。これが出来なければロボットの導入が経済環境を悪化させることにもつながるわけである [大驛、2008]。また、ロボット工学が軍事的に悪用されることを予防するために、ビジネスプランの構築に技術者が積極的に関わるべきだという意見もある。筑波大学の山海らは、ロボット工学は「利益追求ビジネス (For-profit Business)」ではなく「社会ビジネス (Social Business)」を志向し、福祉面で社会をサポートしていくべきだと考えている [Sankai, 2011]。

検討しなければならないことは他にいくらでもあるが、紙幅の都合で割愛しなければならない。ここで最後に述べておくべきことは、ロボット工学を論じる際には、Verbeek が主張する

(9) この問題は、本特集の中にある西條玲奈の論文の中で詳しく論じられているので参照のこと。

(10) 「ロボットの教育者の責任」という視点は、上杉繁氏（早稲田大学理工学術院）から示唆して頂いた。このアイデアは上杉氏と三枝亮氏（豊橋科学技術大学・ロボット共生リサーチセンター）の間で行われたディスカッションから出てきたもので、今後ロボット倫理を考えていく上での一つのトピックとなる可能性がある。

ような積極的責任を重視した工学倫理が必要になるということである。人工物の設計に際してはその安全性を検討するだけでは不十分で、それが社会に与える様々な影響を事前に検討して、問題の発生を予防するようなデザインを検討しなければならないというのが彼の主張だが、大きな社会的インパクトが予想されるロボット工学分野では特にこの「デザインの倫理」という発想が重要になる。

さらに、ロボット技術が社会に受け入れられるためには、ロボットを使用する側の倫理についても議論することが求められる。ロボットと人間の関係性が、そのまま人間同士の関係性に反映する可能性が高いため、ロボットを通常我々が理解している「単なるモノ」として扱ってよいのかという問題が生じるのである。ロボットを社会における道徳的配慮の対象にすべきか否かという根本的な問いも含めて、ロボットと人間の関係について議論していく必要がある。

また、ロボットが高度な自律性や学習能力を備えた場合には、ロボットを社会的アクターとして育てていく際の倫理も検討せねばなるまい。そして、ロボットが人間と円滑に社会関係を構築していくために、あらかじめ一定の倫理観を組み込んでおくことも必要だろう。

整理すると、ロボット技術が社会的に受容されていく過程では、①ロボットに組み込むべき倫理、②ロボット製造者の倫理、③ロボット使用者（消費者）の倫理、④ロボット教育者の倫理、についての検討が必要になる。従って、ここでこれらを統合した「ロボット倫理」という新たな枠組みを設ける必要性が生じるのである。

## 5. ロボット産業振興とロボット倫理憲章

久木田はロボット倫理という言葉が誰にとっての倫理を指すのか整理した。彼によれば、ロボット倫理という言葉には、

- 1) ロボットを製造する際の倫理：ロボット工学者の倫理
- 2) ロボットの守るべき倫理：ロボット自身の倫理
- 3) ロボットに対する倫理：消費者の倫理

が含意されているという〔久木田、2009〕。これに先の

- 4) ロボットを教育する際の倫理：ロボットトレーナーの倫理
- という項目を加えてよいだろう。

このロボット倫理という領域でこれから行っていく議論は、研究共同体の中だけに止めるべきではない。ロボット市場が形成されていくためには、研究者や生産者の側だけでなく、市民（消費者）も巻き込んだ議論が必要なのである。その理由を考えてみよう。

ロボット製品が大市場に展開していくためには、それを求める「同質の多数のユーザーが必

要<sup>(11)</sup>」になる。しかし、これを短期間で育てることは非常に難しい。自動車分野で100年近くかかったことを短期間で成功させるためには、ロボット製品に関わる様々な問題について社会的コンセンサスを速やかに作る必要があるからである〔谷江、2004〕。

ロボット産業を振興させるためには、新製品と消費者を同時に育てる必要があるわけだが、ここで必要になるのが「ロボット倫理憲章 (Robot Ethics Charter)」ということになる。ロボット倫理憲章の内容には、ロボット倫理に関する全般的な議論が反映されなければならない、特にロボットの守るべき倫理に関わる要素、ロボットの製造やロボットとの関わり方に関して一定の指針を与えるガイドラインの要素、さらに研究者や製造者と消費者の間で共有されるべき約束事項の要素が欠かせない。このような文書を公開し、これを随時更新していく中で、ロボット技術に関する倫理的諸問題について議論が深まり、問題に対処するためのコンセンサスが得られるであろう。

すでにロボットを製造する際の倫理指針として、経済産業省の「次世代ロボット安全性確保ガイドライン」(2007)が存在している<sup>(12)</sup>。このガイドラインの主旨は安全確保に重点化され

---

(11) 谷江のこの言葉は、ある商品が流通するためには、その商品についての一定の知識を共有した一群の消費者が必要であるという意味で解釈してよいだろう。ある商品について、その安全性や利便性について大多数の消費者の中に信頼感を醸成できていなければ、大量生産しても消費が追いつかず、企業は利益を上げることができない。すでに市場が成立している分野では、技術者は商品の性能改善をしていけばよいのだが、ロボット製品については市場が存在していないので、いくら性能改善をしてもそれが商品化に繋がらない現状がある〔谷江、2004：10-11〕。

(12) ここでその内容の一部を紹介しよう。

#### 次世代ロボット安全性確保ガイドライン

[http://www.meti.go.jp/policy/mono\\_info\\_service/mono/robot/pdf/guideline.pdf](http://www.meti.go.jp/policy/mono_info_service/mono/robot/pdf/guideline.pdf) (2013/05/25 アクセス)

### 2.3 製造者等による保護方策の実施

2.3.1 製造者等による次世代ロボットのリスクを低減するための保護方策は、次に定める順序により行うこと。

(1) 本質的な安全設計を行うこと。

(2) 本質的な安全設計により許容可能な程度に低減できないリスクについては、必要な安全防护及び追加の保護方策を行うこと。

(3) 本質的な安全設計並びに安全防护及び追加の保護方策により許容可能な程度に低減できないリスクについては、管理上、販売上又は使用上の情報の中で、管理者等、販売者又は使用者に提供すること。

2.3.2 製造者等は、保護方策を行うときは、新たな危険源若しくは危険状態又はリスクの増加を生じないように留意すること。

### 2.5 リスク低減のための措置の記録 (文書化)

製造者等は、製造等を行う次世代ロボットのリスクアセスメントの結果及び実施した保護方策の内容その他の本ガイドラインに基づき次世代ロボットのリスクの低減のために行った措置を記録すること。

### 2.6 次世代ロボットのリスク管理体制の整備

2.6.1 製造者等は、次世代ロボットに係る負傷事故や安全上の重大な故障等があった場合に、被害拡大防止

ており、ロボットのデザインに関わる社会的側面については言及がなされていない。またこのガイドラインは製造者に向けて作られたものであり、消費者の態度に関しては言及がなされていない。

ロボットの守るべき倫理としては、アシモフがSF作品『われはロボット』の中で論じたロボット工学の三原則が有名<sup>(13)</sup>である。アシモフはロボットが道徳的な行為者になれることを前提としてこの三原則を作ったわけだが、ロボットに強い自律性を与えることに危機感を覚える論者もいる。彼らは、最終責任は常に人間が負わなければならないという立場を明確にするために、独自の三原則を提案している（表1）[Murphy Woods, 2009]。

2020年に全家庭へのロボット製品の導入を目指している韓国では、2007年からロボット倫理憲章の策定に取りかかった。今はまだ草案しか公開<sup>(14)</sup>されていないが、この内容は製造者と消費者、さらにロボット自身の倫理とバランスよく目配りが行き届いている（表2）。こうした倫理憲章の策定には、国民全体的な議論を引き起こすという効果が期待できる。韓国のロボット倫理憲章がどの程度成功しているのかは、今後の展開から判断するしかないが、最新テクノロジーを社会に導入する際の手続きとして、このような試みがなされたことには一定の意義があると思える。

日本でも、ロボット工学の進展にともない、その成果を社会に導入するか否かの判断に市民

表1. ビヨンド・アシモフ三原則

第一条

人間は、人間-ロボット労働システムが安全や倫理に関する最高度の合法的・専門的基準に適合しない場合は、ロボットを用いない。

第二条

ロボットは、自分の役割に見合ったかたちで、人間に応答しなければならない。

第三条

ロボットは、自己防衛によって第一条、第二条と矛盾しない他の行為主体に管理がすみやかに委譲される限りにおいて、自らの存在を守るために状況に十分適合した自律性を与えられなければならない。

の観点から、迅速かつ適切に対応できる体制を整えること。

2.6.2 製造者等は、次世代ロボットに係る負傷事故や安全上の重大な故障等があった場合に、事故・故障等及び対応内容を記録すること。

(13) ロボット工学の三原則（Three Laws of Robotics）[アシモフ、2004]

第一原則 ロボットは人間に危害を加えてはならない。また、その危険を看過することによって、人間に危害を及ぼしてはならない。

第二原則 ロボットは人間にあたえられた命令に服従しなければならない。ただし、あたえられた命令が、第一条に反する場合は、この限りでない。

第三原則 ロボットは、前掲第一条および第二条に反するおそれのないかぎり、自己をまもらなければならない。

(14) <http://ja.wikipedia.org/w/index.php?title=ロボット倫理憲章&oldid=36352423>（2013/05/23 アクセス）参照。

表2. 韓国 ロボット倫理憲章草案

<p>第一条（目標） ロボット倫理憲章の目標は人間とロボットの共存共栄のために人間中心の倫理規範を確認するところにある。</p> <p>第二条（人間、ロボットの共同原則） 人間とロボットは互いの生命の尊厳性と情報、工学的倫理を守らなければならない。</p> <p>第三条（人間倫理） 人間はロボットを製造して使う際に、常に善悪を判断して決めなければならない。</p> <p>第四条（ロボット倫理） ロボットは人間の命令に従順である友人・お手伝い・パートナーとして人間に害を与えてはならない。</p> <p>第五条（製造者倫理） ロボット製造者は人間の尊厳性を守るロボットを製造し、ロボットリサイクル、情報保護義務を持つ。</p> <p>第六条（使用者倫理） ロボット使用者はロボットを人間の友人として尊重するべきで、不法改造やロボット乱用を禁じる。</p> <p>第七条（実行の約束） 政府と地方自治体は憲章の精神を実現するために有効な措置を施行しなければならない。</p> <p>大韓民国産業通商資源部</p> <p>2007年8月29日</p>
--

が積極的に関われる環境を整える時期にきている。ロボット技術が社会に普及していく過程では、ロボット工学者、製造者、市民（消費者）、行政が交流しながら倫理的問題に関する社会的合意を形成する手続きが必要となる。具体的には、四者が議論を交えるためのプラットフォームの役割を果たす日本版のロボット倫理憲章を作成することが有効だろう。研究者の側からのアクションはすでに始まっている<sup>(15)</sup>ののだが、これに市民の意見を反映させる動きにまでは至っ

(15) 国内での取り組みとして、千葉大学のロボット憲章の策定が特筆に値するだろう。アシモフの三原則を基礎としながら、独自の立場を打ち出している。

千葉大学ロボット憲章（2007）

<http://www.chiba-u.ac.jp/others/topics/article2007/20071127.html>（2013/05/25 アクセス）

第一条（倫理規定）

本ロボット憲章は、千葉大学におけるロボットの教育と研究開発に携わるすべての者の倫理を規定する。

第二条（民生目的）

千葉大学におけるロボット教育・研究開発者は、平和目的の民生用ロボットに関する教育・研究開発のみを行う。

第三条（非倫理的利用防止）

千葉大学におけるロボット教育・研究開発者は、非倫理的・非合法的な利用を防止する技術をロボットに組み込むこととする。

第四条（教育・研究開発者の貢献）

千葉大学におけるロボット教育・研究開発者は、アシモフのロボット三原則ばかりでなく、本憲章の全ての条項を遵守しなければならない。



ていない。筆者らの研究グループは、ロボット工学者たちと交流を行いつつ、今後このような目的にそったロボット倫理憲章の作成に取り組む予定である<sup>(16)</sup>。

## 6. まとめ

本論では、既存の工学倫理が現在進んでいるロボット開発の場面でどれだけ有効なのかを検討した。安全性を重視する既存の工学倫理の考え方はロボット工学の分野でも当然必要となる。しかし、ロボット工学に由来する製品が発生させる倫理的問題は、安全性の確保の問題だけにとどまらないと予想される。もしロボット製品市場が拡大していくならば、その過程では多様な倫理的問題に関する、ロボット工学者・製造者・市民（消費者）・行政の交流を通して社会的合意が求められるはずである。そして、このような合意を形成するためには専門家と市民の間の議論の機会を作らねばならない。また議論を始めるためのたたき台が必要である。日本版のロボット倫理憲章を作る試みが必要な時期に来ていると言えるであろう。

### 参考文献

- Arkin C. Ronald. (2009). *Governing Lethal Behavior in Autonomous Robots* (第1版). NW: Chapman Haall/CRC, Taylor Francis Group.
- Bovens Mark. (1998). *The Quest for Responsibility: Accountability and Citizenship in Complex Organizations*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Chatila Raja. (2011). *Robots and Humans: Some Ethical Issues*. Cybernetics Technical Reports, 7-14.
- Ganapati Priya. (2009年7月22日). Robo-Ethicists Want to Revamp Asimov's 3 Laws. Wired.com.
- Ingram Brandon, Jones Daniel, Lewis Andrew, Richards Matthew, Rich Charles, Schachterle Lance. (2010). A Code of Ethics For Robotics Engineers. Human-Robot Interaction (HRI), 2010 5th ACM/IEEE International Conference, 103-104.
- IRIE. (2006). *Ethics in Robotics IRIE Vol. 6*. (Capurro Rafael, Hausmanninger Thomas, Weber Karsten, Weil Felix, 共同編集) International Review of Information Ethics.
- Kravets David. (2010年1月25日). Jan. 25, 1979: Robot Kills Human. Wired.com.
- Lovegren Stefan. (2007年3月16日). Robot Code of Ethics to Prevent Android Abuse, Protect Humans. National Geographic News.
- Meltzoff N. Andrew, Brooks Rechele, Shon P. Aaron, Rao P. N. Rajesh. (2010). "Social" robots are psychological agents for infants: A test of gaze following. *Neural Networks* 23, 966-972.
- Murphy R. Robin, Woods D. David. (2009). *Beyond Asimov: The Three Laws of Responsible Robotics*. IEEE Intelligent

---

#### 第五条（永久的遵守）

千葉大学におけるロボット教育・研究開発者は、大学を離れてもこの憲章の精神を守り尊重することを誓う。

(16) ロボットの応用哲学研究会（久木田水生・神崎宣次・井頭昌彦・大家慎也・岡本慎平・西條玲奈・本田康二郎）、平成25年度学術研究助成基金助成金採択、基盤研究（C）課題番号25370033、課題名：「工学的関心に則したロボット倫理学の構築」（研究代表：本田康二郎）。

Systems, 14-20.

Sankai Yoshiyuki. (2011). Cybernics and Roboethics. Cybernics Technical Reports: Special Issue on Roboethics, 3-5.

Shachtman Noah. (2007年10月18日). Robot Cannon Kills 9, Wounds 14. Wired.com.

Sharkey Noel. (2008). Computer Science: The Ethical Frontiers of Robotics. Science, 322(5909), 1800-1801.

The Deseret News. (1981年12月8日). Killer robot: Japanese worker first victim of technological revolution. The Deseret News.

The Economist. (2006年6月8日). Trust me, I'm a robot. The Economist, ページ: <http://www.economist.com/node/7001829/print> (2013/05/22 アクセス).

Thomson Reuters. (2007年6月7日). South Korea Plans code of ethics for robots. www.reutersreprints.com.

University of Tsukuba. (2011). Cybernics Technical Reports: Special Issue on Roboethics.

Van de Poel Ibo, Verbeek Peter-Paul. (2006). Ethic and Engineering Design. Science, Technology, Human Values, 31(3), 223-236.

Verbeek Peter-Paul. (2008). Cyborg intentionality: Rethinking the phenomenology of human-technology relations. Phenomenological Cognitive Science (7), 387-395.

Verbeek Peter-Paul. (2011). Moralizing Technology: Understanding and Designing the Morality of Things. Chicago, US: The University of Chicago Press.

Veruggio Gianmarco. (2005). Roboethics. ETHICBOTS: Kick Off Meeting. Napoli: Scuola di Robotica.

Veruggio Gianmarco. (2006). EURON Roboethics Roadmap. Genova: EURON.

アシモフ アイザック. (2004). われはロボット 〈決定版〉. (小尾美佐, 訳) 東京: 早川書房.

阿部佐知子. (2012年2月11日). 【ビジネスの裏側】日本の家電各社が「ルンパ」を作れない理由 国内製造業の弱点はここだ!! The Sankei Shinbun & Sankei Digital, ページ: [http://sankei.jp.msn.com/west/west\\_economy/news/120211/wec12021118000001-n1.htm](http://sankei.jp.msn.com/west/west_economy/news/120211/wec12021118000001-n1.htm) (アクセス2013/05/22).

荒井裕彦. (2008). 学術的ロボット研究の問題点について. 筑波大学大学院知能機能システム専攻NPO 言論責任保証協会 講演会. つくば市: 産業技術総合研究所.

伊勢田哲治. (2003). 科学技術論の視点から見たロボット. シンポジウム「ロボットと文学」. <http://tiseda.sakura.ne.jp/works/robot.html>.

伊藤憲二. (2005年2月2日). やっぱり R & D 求人トレンド解析室 解析テーマ ヒューマノイドロボット. エンジニアライフ応援サイト Tech 総研, ページ: [http://next.rikunabi.com/tech/docs/ct\\_s03600.jsp?p=000463](http://next.rikunabi.com/tech/docs/ct_s03600.jsp?p=000463) (2013/05/23 アクセス).

内山隆、金子真、國井康晴. (2008). 工学系アカデミック・ロードマップ —2050年の社会を見据えて—. 日本ロボット学会誌、26(7)、750-751。

大驛潤. (2008). ロボット産業の成長: 新市場のマーケティングと課題. 日本ロボット学会誌、26(8)、866-867。

菅野重樹. (2008). 実用になる人間共存ロボットの試作. 日本ロボット学会誌、26(8)、860-863。

久木田水生. (2009). ロボット倫理学の可能性. 京都大学文学部哲学研究室紀要: Prospectus, 11。

小平紀生. (2010). 産業用ロボットの持つ危険性とリスクアセスメント. リスクアセスメントの推進・定着に関するシンポジウム. 東京: 日本機械工業連合会。

佐藤知正、溝口理一郎、富田豊、内山隆. (2008). ロボット分野アカデミック・ロードマップの統括. 日本ロボット学会誌、26(7)、722-727。

- 山海嘉之、鍋嶋厚太、河本浩明。(2011)。ロボットスーツHALの安全技術。日本ロボット学会誌、29(9)、780-782。
- 志賀敬。(2010)。生産ラインでのリスクアセスメント活動。リスクアセスメントの推進・定着に関するシンポジウム。東京：日本機械工業連合会。
- 柴田正良。(2008)。ロボット社会の光と陰。日本ロボット学会誌、26(8)、864-865。
- 社団法人 日本ロボット工業会。(2001)。21世紀におけるロボット社会創造のための技術戦略調査報告書。社団法人 日本ロボット工業会。
- 谷江和雄。(2004)。ロボット市場を立ち上げるために。東芝レビュー、59(9)、9-14。
- 中島孝。(2011)。神経・筋難病患者が装着するロボットスーツHALの医学応用に向けた進捗、期待される臨床効果。保健医療科学、60(2)、130-137。
- 西田佳史、本村陽一。(2008)。日常生活のロボタイゼーション。日本ロボット学会誌、26(7)、736-737。
- 西山禎泰。(2011)。日本におけるロボットの変遷と表現との関係。名古屋造形大学紀要、151-165。
- 廣瀬通孝。(2010)。ITとの融合によるロボットの進化。日本ロボット学会誌、28(3)、242-245。
- 向殿政男。(2009)。安全技術の現代的課題と社会的受容性。精密工学会誌、75(9)、1041-1044。
- 山田陽滋。(2008)。未来の安全ロボット技術。日本ロボット学会誌、26(7)、755-756。
- 山根克。(2008)。全人間シミュレーション。日本ロボット学会誌、26(7)、746-747。
- 横井浩史。(2008)。サイボーグ (BMI/BCI)。日本ロボット学会誌、26(7)、732-733。
- 芳司俊郎、池田博康、岡部康平、齋藤剛。(2012)。産業用ロボットによる労働災害の分析とアンケート結果に基づく規則改正の定言。労働安全衛生研究、5(1)、3-15。